

УДК 004.89

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПТИЧЕСКОГО СЛЕЖЕНИЯ ЗА ПОЛОЖЕНИЕМ РАБОЧЕГО ИНСТРУМЕНТА КОЛЕСНОГО ПОГРУЗЧИКА

Данилов В.К. (ИТМО), Кононов К.А. (ЮУрГУ)

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Колубин С.А. (ИТМО)

Введение. Задача оптического слежения за положением объекта в пространстве является одной из важнейших задач современной робототехники. Качественное решение задачи слежения обеспечивает точную локализацию, навигацию и взаимодействие робота с окружающей средой. Отслеживание частей подвижных механизмов имеет важное значение для обеспечения безопасности и повышения эффективности различных роботизированных приложений. В контексте тяжелой строительной техники отслеживание положения рабочего инструмента автономной машины особенно важно. Точное отслеживание движения в режиме реального времени позволяет оптимизировать циклы погрузки, снижает механический износ и повышает общую эффективность работы.

Основная часть. Оценка положения объекта в пространстве может проводиться с использованием информации об отслеживаемом объекте с помощью его цифровой CAD модели [1], заранее известных геометрических [2] или текстурных [3] особенностей наблюдаемого объекта.

Классические методы оценки пространственного положения объекта на изображении основаны на извлечении и сопоставлении признаков объекта, часто используются такие алгоритмы и методы как SIFT, SURF, RANSAC [4,5]. Также существуют современные, основанные на данных, решения которые используют машинное обучение или алгоритмы глубокого обучения для оценки положения объекта. Используются такие методы, как сверточные нейронные сети CNN, сверточные рекуррентные нейронные сети RCNN[6], NeRF[7], SurfEmbedding[8]. Методы, основанные на данных, обеспечивают высокую адаптивность в сложных средах, но требуют значительных вычислительных ресурсов и обширного набора данных для обучения.

В предложенном решении используется подход к оценке положения объекта в трехмерном пространстве путем сопоставления векторов особенностей плотных и непрерывных соответствий поверхностей изображения и цифровой модели объекта. Метод использует нейронную сеть для отображения точек поверхности объекта в пространство векторов особенностей, создавая пространство представления геометрии объекта. Решение задачи регрессии в пространстве особенностей модели и изображения с использованием алгоритма RANSAC позволяет модели устанавливать надежные соответствия между наблюдаемыми данными, например, изображениями RGB или глубины и цифровой моделью объекта.

Внедрение основанных на данных систем слежения в область специального машиностроения позволит более точно и надежно локализовать объекты в режиме реального времени. Это улучшит автоматизацию и контроль в мобильной строительной робототехнике, повысит эффективность работы, сократит вмешательство человека и позволит точно манипулировать объектами и отслеживать их в неструктурированных средах.

Выводы. Проведен анализ алгоритмов оптического слежения за объектом в пространстве, разработан и апробирован алгоритм слежения за ковшом фронтального погрузчика.

Список использованных источников:

1. Tsai, Chi-Yi & Wang, Wei-Yi & Huang, Chi-Hung & Shih, Bo-Ren. (2015). CAD Model-based 3D Object Pose Estimation using an Edge-Based Nonlinear Model Fitting Algorithm. 59-62. 10.12792/icisip2015.014.
2. Oberkampf, Denis & DeMenthon, Daniel & Davis, Larry. (1996). Iterative Pose Estimation Using Coplanar Feature Points. *Computer Vision and Image Understanding*. 63. 495-511. 10.1006/cviu.1996.0037.
3. Rosenhahn, Bodo & Ho, Harvey & Klette, Reinhard. (2005). Texture driven pose estimation. *Proceedings of the Conference on Computer Graphics, Imaging and Vision: New Trends 2005*. 2005. 271- 277. 10.1109/CGIV.2005.75.
4. Wang, Gang & Sun, Xiaoliang & Shang, Yang & Wang, Zi & Shi, ZhongChen & Yu, Qifeng. (2020). Two-view Geometry Estimation Using RANSAC With Locality Preserving Constraint. *IEEE Access*. 8. 726 -7279. 10.1109/ACCESS.2020.2964425.
5. Mortensen, Eric & Deng, Hongli & Shapiro, Linda. (2005). A SIFT descriptor with global context. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 1. 184-190. 10.1109/CVPR.2005.45.
6. Wei, Kaiqiang & Zhao, Xu. (2017). Multiple-Branches Faster RCNN for Human Parts Detection and Pose Estimation. 453-462. 10.1007/978-3-319-54526-4_33.
7. Li, Fu & Yu, Hao & Shugurov, Ivan & Busam, Benjamin & Yang, Shaowu & Ilic, Slobodan. (2022). NeRF-Pose: A First-Reconstruct-Then-Regress Approach for Weakly-supervised 6D Object Pose Estimation. 10.48550/arXiv.2203.04802.
8. Haugaard, Rasmus & Buch, Anders. (2022). SurfEmb: Dense and Continuous Correspondence Distributions for Object Pose Estimation with Learnt Surface Embeddings. 6739-6748. 10.1109/CVPR52688.2022.00663.